

感染防護服着用時の身体局所冷却による暑熱対策効果

本村 香, 秀島真衣子, 上田博之

要 旨

本研究では、感染防護ガウン着用時の暑熱対策として、感染防護ガウン着用時に簡便に装着でき、動きの妨げのないクーリングベストとネッククーラーを用いた身体局所冷却の有効性を検討した。感染防護服を着用して $28.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $60 \pm 5\% \text{rh}$ に設定した環境制御室内で 10 分間のトレッドミル歩行と 7 分間の椅座安静を 3 回繰り返し、安静の間には 2 桁の掛け算問題を 5 分間実施した。冷却装置有無の条件を比較した結果、胸部の総発汗量、胸部の衣服内湿度、温冷感、湿潤感はクーリングベストによる冷却効果が認められた。また、ネッククーリングによる冷却条件も冷却無条件に比べて温冷感において涼しい傾向が認められた。しかし、運動後に行った 3 回の計算問題の回答数・正解率、心拍情報から得られる交感神経の働きの強さには冷却有無条件間の差はなく、この環境での作業負荷で集中力やストレスに局所冷却は影響しないと考えられた。このように感染防護ガウン着用時の発汗反応と温冷感・湿潤感などの着用感にクーリングベストやネッククーラーによる居所冷却は一定の暑熱緩和効果を示したが、効果的な活用のためには使用環境における冷却部位や冷却面積と冷却面温度について検討することが重要である。

Keyword : 感染防護服, 身体局所冷却, 発汗, 湿潤感, 温冷感

1. 目的

2019 年に中国武漢市で発見された SARS-CoV-2 (新型コロナウイルス) は、咳や飛沫を介して感染拡大が確認され、ヒトからヒトへ伝播し全世界に感染拡大した。新型コロナウイルス感染症に対する医療活動の中で、医療従事者においては自分自身を保護し、医療現場での感染伝播を防ぐための感染予防策が必要とされている。

感染防護服や防護具は、病原体の性質や感染経路と作業内容に適した装備を選択するが、医療機関における新型コロナウイルス検査や診療時には、ゴーグルやフェイスシールド等の眼の防護具、長袖ガウン、手袋、マスク (状況に応じては N95 マスク) が世界保健機関、厚生労働省、国立感染症研究所により推奨されている¹⁾²⁾³⁾。長袖ガウンは、血液や体液、喀痰などの分泌物などの湿性生体物質からの汚染防御を目的とするため、通気性や透湿性のない防水性のプラスチック製品である。したがって、発汗を伴う暑さによる不快感はとりわけ強いことが推察できる。この不快感は、精神的疲労が大きい作業に相まって、業務において集中力や注意力の低下などのエラーにつながると予測され、適切な患者対応に悪影響を及ぼさないよう過度な不快感によるストレス軽減を検討しなければならない。

暑熱環境下での衣服の暑さ対策は、繊維材料や織・編構造の組み合わせによる素材の熱抵抗低減に加えて

通気性増大および衣服開口部からの衣服換気量増大であるが、感染防護の目的と相反することからこれらの対策は極めて難しい。そこで、看護師の作業に支障のない範囲で身体を冷却する身体局所の冷却が有効であると考え、これまでのウェアラブル冷却装置開発⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾を参考に感染防護ガウン着用時に使用可能な製品を探した。本研究では、感染防護ガウン着用時に簡便に装着できて、加重の負担や動きの妨げのないことを考慮して、保冷剤を用いたクーリングベストと冷却プレートを用いたネッククーラーの有効性を検討した。

2. 方法

2-1 実験協力者

健康な若年成人男性 5 名 (年齢は 18~25 歳) を対象とした。各被験者には、事前に実験の目的・方法・条件・測定内容及び危険性について説明した。実験への参加承諾を口頭および署名にて得るとともに、実験当日にも各被験者に身体状況を尋ねて実験への参加を再確認した。なお、本研究の内容は、大阪信愛学院短期大学研究倫理委員会にて倫理審査を受けて承認されている (承認番号: R4-04 号 課題名: 感染防護服着用時の身体局所冷却が生理心理反応に及ぼす影響)。

2-2 実験期間

2022 年 10 月~12 月初旬に実施し、各被験者は冷却

無条件と2つの冷却条件の3回の実験を3日間別日の同時時間帯に実施した。

2-3 冷却条件

各被験者は、半袖ポロシャツとジャージ、ナースシューズを着用し、さらに、感染防護のための感染防護ガウン(細菌防御性能と耐液体浸透性能を有するスパンボンド製不織布とポリプロピレンメルトブローン不織布からなるSMS素材のアイソレーションガウン)、アイシールド、N95マスクを着用した。以降、これらの感染防護服のみの着用を冷却無条件とする。次に冷却無条件に加えて感染防護ガウンの下にクーリングベスト(両腋窩と背部の3カ所に役12x6cmの保冷剤がセットできるタイプ、ミズノ(株)製)を着用した場合をクーリングベスト条件とし、冷却無条件に加えてペルチェ冷却装置による冷却プレート(約3x4cm)が頸部に接するようにネッククーラー(NECK COOLER Slim, サンコー(株)製)を装着した場合をネッククーラー条件とする。3条件の実験実施順は、被験者によりランダムになるようにした。

2-4 実験手順

実験前日は飲酒を控えて十分に睡眠をとり、実験当日は激しい運動を避けた。実験開始2時間前までに食事を終えることとし、コーヒーなどカフェインは摂取しないこととした。実験開始前に被験者は25.0±1.5℃、50±10%rhに設定した前室に30分間滞在した。その間各種センサーの装着とアンダーウェア、ポロシャツ、ジャージの着用を行った。その後、感染防護服および冷却条件では冷却装置を着用・装着して28.0±1.0℃、60±5%rhに設定した環境制御室に入室した。入室後、トレッドミルを用いた10分間の歩行運動と7分間の椅座安静を3回繰り返した。安静の間には2桁の掛け算問題を5分間実施した。なお、運動強度は被験者ごとに、普段の歩行速度と同等とする時速4.0~4.2kmに設定した。

2-5 測定項目

(1) 発汗量

実験用衣服着用前に右胸部に3.2 x 7.0cmの吸水パッド⁸⁾を貼り、蒸発防止のための防水性のテープで保護した。実験終了直後のパッドの重さから吸水前のパッドも重さを引いた量から胸部の総発汗量(mg/cm²/h)を求めた。

(2) 舌下温と皮膚温

舌下温をサーミスターセンサーで実験開始前と3回の運動終了直後に測定した。胸部、上腕中央部、大腿中央部の皮膚温をサーミスターセンサーとデータロガー(LT-8, Gram社製)で実験開始から終了まで1分間

ごとに測定した。また、以下の式から平均皮膚温(Tsk)を算出した⁹⁾。

平均皮膚温(℃) = 0.43X 胸部皮膚温 + 0.25X 上腕部皮膚温 + 0.32X 大腿部皮膚温

(3) 心電図

心拍数と自律神経系の活動レベルを検討するため、電極を胸部右上部、左側下腹部、右側下腹部の3カ所に装着し、実験開始前と3回の歩行後の計算問題実施中に各5分間、Biopack Student Lab(Biopack System, Inc. 製)を用いて心電図を記録した。

(4) 衣服内温湿度

左胸部と左上腕中央部の2カ所の皮膚面に温湿度センサー(ハイグロクロン、(株)KNラボラトリーズ製)を貼り、実験開始から終了まで1分間間隔で温度と湿度を測定・記録した。

(5) 温冷感、湿潤感、主観的運動強度

実験開始前、3回の歩行終了時に温冷感、湿潤感、疲労感を被験者から聞き取った。温冷感は「寒い」「涼しい」「少し涼しい」「中立」「少し暖かい」「暖かい」「暑い」の7段階、湿潤感は「非常に乾いている」「乾いている」「やや乾いている」「どちらでもない」「やや湿っている」「湿っている」「非常に湿っている」の7段階、主観的運動強度はボルグスケールを参考に「非常に楽である」～「非常にきつい」の13段階で被験者に申告させた。

(6) 計算問題

3回の歩行後の安静時に5分間、2桁の掛け算を実施した。A4用紙1枚に20問題を書いた複数枚を机上に置いて、椅座安静を保ちながら可能な限り解答させて、計算問題の解答数と正解率を算出した。

2-6 データ分析および統計処理

舌下温、心拍数、皮膚温、衣服内温度、温冷感、湿潤感、主観的運動強度は、冷却条件と時間を主要因に繰り返しのある2要因分散分析で検定した。この検定で交互作用が認められた場合には、単純主効果の分散分析を行った。胸部発汗量は、冷却条件間を要因とした繰り返しのある分散分析を行った。分散分析において主要因に有意差が認められた場合にはBonferroni法による多重比較を実施した。いずれの検定においても、有意水準の判定は $p < 0.05$ に設定した。すべてのデータは平均値±標準誤差で表示した。

3. 結果

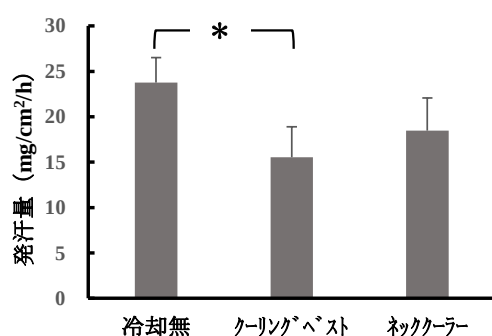
被験者の身体特性(平均値±標準偏差)は、身長169.2cm±3.1、体重60.8±3.7、体脂肪率(インピーダンス法)17.2%±3.4であった。心拍数には交互作用が認められたため(表1)、単純主効果について検討した。い

表1 運動開始前と1～3回目の運動後の心拍数（平均値±標準誤差）

	開始時	1回目	2回目	3回目	F 値		
					冷却条件	時間	交互作用
冷却無	85.8 ±5.4	93.0 ±6.5	94.0 ±5.5	94.2 ±6.7	3.12	10.13**	2.73*
クーリングベスト	82.0 ±4.3	89.6 ±4.9	96.2 ±5.9	97.8 ±7.4			
ネッククーラー	87.8 ±3.9	94.0 ±4.3	98.0 ±5.4	99.6 ±7.4			
					* $p < .05$	** $p < .01$	

表2 運動開始前と1～3回目の運動後の舌下温・皮膚温（平均値±標準誤差）

	開始時	1回目	2回目	3回目	F 値		
					冷却条件	時間	交互作用
舌下温							
冷却無	36.4 ±0.1	36.4 ±0.1	36.8 ±0.1	37.5 ±0.6	2.9	4.78*	1.21
クーリングベスト	36.3 ±0.1	36.3 ±0.1	36.5 ±0.1	36.6 ±0.1			
ネッククーラー	36.5 ±0.1	36.6 ±0.1	36.7 ±0.1	36.8 ±0.1			
平均皮膚温							
冷却無	34.6 ±0.4	34.6 ±0.4	35.1 ±0.3	35.0 ±0.4	0.33	4.81*	0.87
クーリングベスト	34.5 ±0.2	34.6 ±0.2	34.9 ±0.2	35.1 ±0.3			
ネッククーラー	34.6 ±0.3	34.7 ±0.3	35.1 ±0.2	35.2 ±0.1			
					* p<.05		

図1 冷却条件別の平均発汗量（* $p < .05$ ）

いずれの条件も心拍数は時間経過とともに増加し、冷却無・ネッククーラー条件では1回目に比べて3回目に増加傾向であり（ $p=0.07$, $p=0.10$ ）、クーリングベスト条件では2回目に比べて3回目に有意に増加した（ $p < 0.05$ ）。各時間における心拍数に冷却条件間の差は認められなかった。表2に実験中の舌下温と平均皮膚温を条件ごとに示す。舌下温は時間に有意差が認められたが、多重比較では有意差は認められなかった。また、冷却条件差と交互作用は認められなかった。平均皮膚温は時間に有意差がみられて2回目から3回目に上昇傾向であったが（ $p=0.07$ ）、冷却条件差と交互作用は認められなかった。

図1に実験中の胸部総発汗量を冷却条件ごとに示す。胸部の総発汗量は冷却条件に有意な差が認められた

（ $F(2,8)=4.86$, $p < 0.05$ ）。多重比較の結果、冷却無条件に比べてクーリングベスト条件の発汗量が有意に少なかった（ $p < 0.05$ ）。

胸部と上腕部の衣服内温度（図2）は、ともに時間の主効果が認められて（ $F(3,12)=6.26$ と 6.76 , いずれも $p < 0.05$ ）2回目から3回目に上昇傾向であった（ $p=0.05$ と 0.11 ）。いずれの部位も冷却条件差や交互作用は認められなかった（ $F(2,8)=0.06$, 0.53 と $F(6,24)=1.98$, 0.84 ）。衣服内湿度（図3）は、胸部で冷却条件と時間に有意差が認められ（ $F(2,8)=23.46$ と $F(3,12)=68.42$, いずれも $p < 0.05$ ）、交互作用は認められなかった。上腕部でも同様に冷却条件と時間に有意差が認められた（ $F(2,8)=4.99$ と $F(3,12)=41.77$, いずれも $p < 0.05$ ）。胸部の衣服内湿度は時間経過とともに上昇または上昇傾向であり、上腕部でも1回目から3回目までは同様に上昇傾向であった。冷却条件間の多重比較より胸部の衣服内湿度はクーリングベスト条件で冷却無条件やネッククーリング条件に比べて低値を示し（ $p < 0.05$ ）、上腕はクーリングベスト条件で冷却無条件に比べて低値傾向を示した（ $p=0.09$ ）。

図4に湿潤感の変化を示す。湿潤感は、冷却条件と時間に有意差がみられ（ $F(2,8)=9.75$ と $F(3,12)=19.97$, いずれも $p < 0.05$ ）、交互作用は認められなかった。多重比較の結果、1回目に比べ2・3回目に湿潤感が強く（ $p < 0.05$ ）、クーリングベスト条件の湿潤感は冷却無条件に比べて有意に弱い感覚を示し（ $p < 0.05$ ）、また、ネ

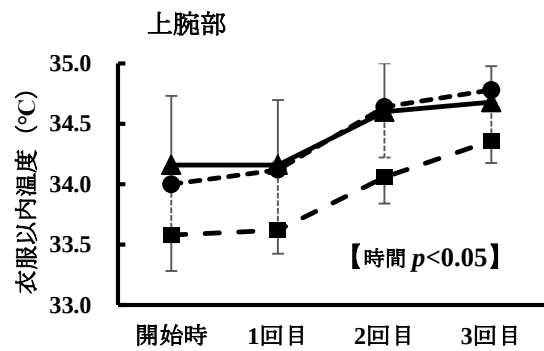
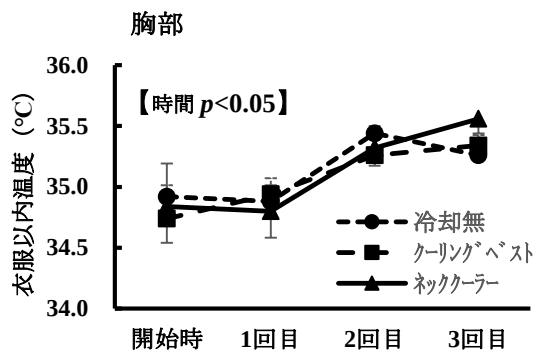


図2 運動開始前と1～3回の運動後の衣服内温度(胸部・上腕部)

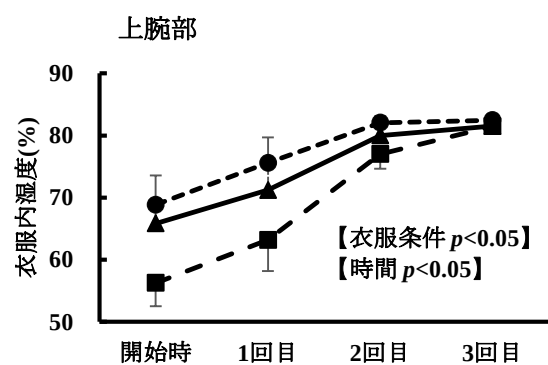
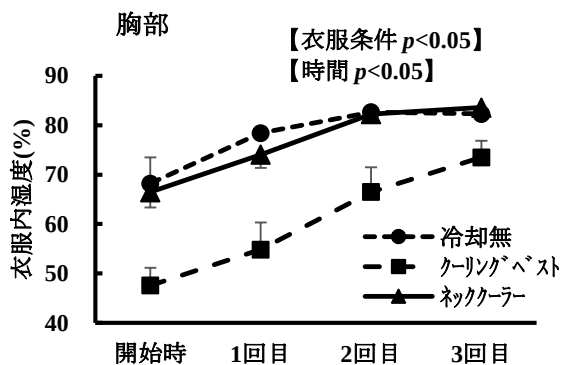


図3 運動開始前と1～3回の運動後の衣服内湿度(胸部・上腕部)

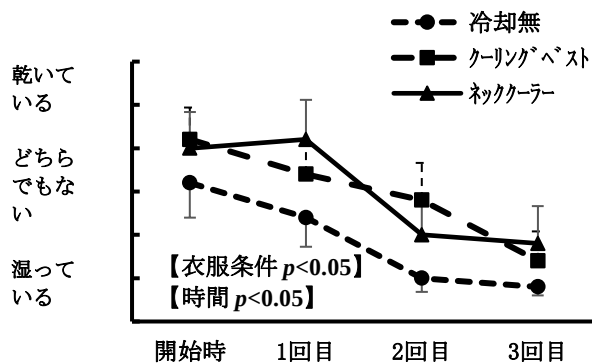


図4 運動開始前と1～3回の運動後の湿潤感

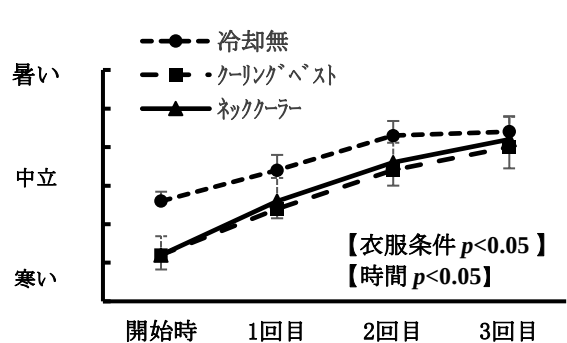


図5 運動開始前と1～3回の運動後の温冷感

ッククーリング条件も冷却無条件に比べて湿潤感が弱い傾向が認められた ($p=0.09$)。

図5に温冷感の変化を示す。温冷感は、冷却条件と時間に有意差がみられ ($F(2,8)=10.242$ と $F(3,12)=13.473$, いずれも $p<0.05$)、交互作用は認められなかった。多重比較の結果、温冷感は2回目に比べ3・4回目に暑くなる傾向であり ($p=0.08$ ・ $p=0.07$)、クーリングベスト条件の温冷感は冷却無条件に比べて有意に涼しく ($p<0.05$)、また、ネッククーリング条件も冷却無条件

に比べて涼しい傾向が認められた ($p=0.06$)。

図6に3回の運動終了時の主観的負担度を示す。主観的負担度は、時間に有意差はみられ ($F(2,8)=8.79$, $p<0.05$)、2回目に比べ3回目に有意に負担が増えた ($p<0.05$)。しかし、冷却条件差や交互作用は認められなかった。

表3に運動後の安静時に行った計算の実施回答数と正解率および計算実施中の心拍変動解析による高周波成分 (high frequency power : HF) に対する低周波成分

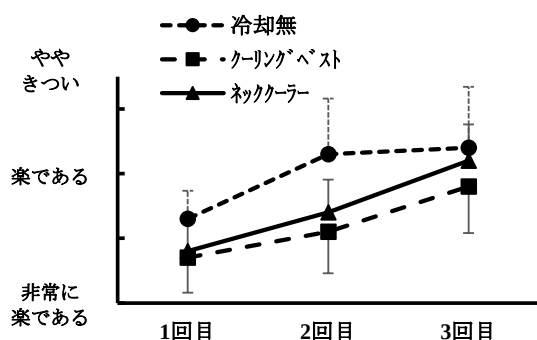


図6 1～3回の運動終了時の主観的運動強度

(low frequency power : LF) で示す自律神経活動指標を示す。3回の運動後の安静時に行った計算問題の実施回答数、正解率、LF/HFともに冷却条件や時間の差ならびに交互作用はみられなかった。

4. 考察

感染防護ガウンは、ポリプロピレンスパンボンド不織布と同メルトブローン不織布を圧着させた重層素材からなる。紙おむつや生理用品の表面材に用いられるポリプロピレンスパンボンド不織布は軽く柔軟で通気性があるが、感染防護服の素材はポリプロピレンメルトブローン不織布やポリエチレンの強固な薄膜コーティングにより通気性や吸水性はほとんどない。感染対策のため衣服外から空気が流入しないように着用されていることからすれば、身体からの対流と蒸散による熱放散が少ないために、暑熱環境下で極めて不利な衣服設計であると言える。本研究では、対流や蒸散を促進できない防護服の着用者の暑熱対策として、作業に

支障をきたさないクーリングベストおよびネッククーラーによる身体部位冷却の効果を検討した。

本実験では、コロナ禍における屋外での検査等の作業を想定して、28°C60%rhの環境条件とした。また、運動条件は被験者ごとに普段歩いている歩行速度に設定した。各被験者の心拍数は、実験開始後に増加したが、運動開始前および3回の運動後において冷却条件間の差は認められなかった。主観的負担度においても運動開始後の各時間における冷却条件差はなく、各冷却条件の運動負荷は同等であったと考えられる。

運動時の皮膚血流や発汗反応は、深部体温や皮膚温に依存し、それらの上昇にほぼ正比例して拡張や増加することが知られている。本実験のいずれの条件においても舌下温と平均皮膚温は運動開始後上昇傾向を示したが、冷却条件間では差は認められなかった。本実験において局所冷却面積は狭く、また冷却部位から離れた胸部、上腕部、大腿部の皮膚温を測定したために、冷却による皮膚温の低下を観察できなかったと考えられる。暑熱環境下や運動時に熱放散が熱産生を上回ると体温が上昇する。その際、皮膚血管拡張に起因する皮膚温上昇による乾性熱放散量増加に続いて発汗による湿性熱放散量増加により体温上昇を抑制する。舌下温や平均皮膚温には反映しなかったが、クーリングベスト使用は、保冷剤による冷却温度が低く、冷却面積においてネッククーラーよりも広がったために、背部中央、腋下部付近の乾性熱放散を増加させ、発汗量は少なくなったと考えられる。クーリングベスト条件の温冷感が冷却無条件に比べて涼しい傾向を示したことは冷却部位付近の皮膚温上昇が抑制されたためと考えられ、この温冷感の差は乾性熱放散量の増加を示唆すると考えられる。

表3 1～3回の運動後の計算問題回答数・正解率と実施中の自律神経活動指標（平均値と標準誤差）

				F 値		
	1回 目	2回 目	3回 目	冷却条件	時間	交互作用
回答数						
冷却無	22.2 ±5.4	22.8 ±5.9	24.8 ±7.3	1.13	3.56	0.29
クーリングベスト	23.6 ±6.2	25.0 ±7.2	28.0 ±7.3			
ネッククーラー	24.8 ±5.2	28.0 ±4.8	30.2 ±6.0			
正解率						
冷却無	74.7% ±18.8%	71.6% ±18.0%	74.2% ±18.6%	0.86	0.06	0.73
クーリングベスト	91.9% ±3.4%	89.3% ±3.9%	85.8% ±4.9%			
ネッククーラー	82.0% ±8.4%	85.2% ±4.5%	87.2% ±1.8%			
LF/HF						
冷却無	1.930 ±0.526	1.738 ±0.422	1.319 ±0.400	1.01	0.43	0.34
クーリングベスト	1.219 ±0.347	0.789 ±0.152	1.032 ±0.509			
ネッククーラー	1.258 ±0.428	1.168 ±0.403	0.486 ±0.585			

感染防護ガウンの素材自体は極めて薄く熱伝導に優れるが、通気性がないために衣服内空気層に滞留する空気層が皮膚から外界への熱移動を妨げる。一般的にこのような防水性素材を用いた衣服の快適性を改善するためには、素材の透湿性改善、衣服開口部やゆとり量を増やして衣服開口部からの換気量増加を考える。感染防護では、衣服外からの感染源を防止するために、通気性はもとより透湿性や換気量を抑制している。本実験に用いた感染防護ガウンも、首周りにマジックテープ、袖口にゴム絞りがあり、衣服内の空気層の換気は下部の開口口だけである。そして、後ろ見頃で合わせて背部から腹部にまわした紐で腹部をフィットさせて着用するため、動きによるふいご作用はほとんどなく、衣服内の換気量は極めて少ないと考えられる。したがって、衣服内温度は皮膚温の上昇、衣服内湿度は発汗量増加に伴って上昇したと考えられる。本実験では皮膚温に冷却条件の差は認めなかったため、衣服内温度にも冷却条件の差は認めなかったと考える。衣服内湿度については、冷却無条件とクーリングベスト条件の発汗量の差を反映した結果が得られたと考えられる。

一般に暑からず寒からず気持ちよく感じている時の体幹部の衣服内温湿度は、 $32\pm1^{\circ}\text{C}$ 、 $50\pm10\%$ の範囲にある¹⁰⁾。本実験では、感染防護ガウンの影響で実験開始時において胸部衣服内湿度は冷却無およびネッククーラー条件で65%以上であった。換気の極めて少ない衣服内では、皮膚からの不感蒸散や汗が湿度を上昇させ、蒸散が抑制されて早期に皮膚の濡れ面積も広がることから湿潤による不快感は増したと考える。クーリングベスト条件では他の条件より発汗量が少なかったために、この進行が遅れて湿潤感も弱く感じられたと推察できる。

ネッククーリング条件の舌下温、皮膚温、発汗量は冷却無条件と同等であったにもかかわらず、温冷感で涼しい傾向を示した。頸部の冷却は、内頸動脈血を冷却することで、体温調節で最も重要となる脳内の温度への影響は大きい。頸部冷却は、頭部深部温度の低下につながるとともに頸部における頸熱の放熱量増加につながる報告がある¹¹⁾。本実験に用いたネッククーラーは、 $3\times4\text{cm}$ の金属板を 17°C にすることにより、両側頸部の接触皮膚面を 24°C に保つように設計されている。本研究においては、皮膚血管拡張や発汗を抑制することはなかったが、頭部への血流の冷却により感覚に影響したと考えられる。また、李らは、人体表面の冷点密度の測定により、顔面部、体幹部、頸部、上肢部、下肢部の順に冷感受性が高いとし、西原らも冷気暴露法により、温度受容器に入力する冷刺激が、頸、胸、背中大きいことを示唆している¹²⁾¹³⁾。これらの結果からも、背部や頸部の温冷感に対する温度受容器

への刺激においてクーリングベストとネッククーラー条件は有効であったと考える。しかし、3回の運動後に行った計算問題の回答数・正解率、心拍情報から得られる交感神経の働きの強さは、冷却条件間に差がなかった。すなわち、クーリングベストやネッククーラーによる冷却は、体温調節反応や感覚において一定の有用性を示したが、本実験で与えた環境・運動・作業荷負荷のレベルでは作業に対する集中力やストレスには影響しなかったと考えられる。

看護師の作業に支障のなく手軽に装着できる身体局所冷却装置は、発汗反応と温冷感や湿潤感などの着用感に一定の効果を示した。しかし、本実験に用いた2つの方法においてその効果の現れ方は異なったことは、冷却部位、冷却面積や冷却温度の程度など方法により効果は異なることが推察できる。今後は、環境や作業負荷などの環境条件を勘案して冷却部位や冷却面積および冷却面の温度についてさらに検討することが重要である。

謝 辞

本実験にご協力頂きました学生、調査対象者の皆様に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 国立感染症研究所、新型コロナウイルス感染症に対する感染管理(2021年8月6日改訂版)
<https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/coronavirus/2019-ncov/2484-idsc/9310-2019-ncov-01.html>、(閲覧:2023年2月8日)
- 2) WHO:世界保健機関、Rational Use of Personal Protective Equipment (PPE) for Coronavirus Disease (COVID-19)
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331498/WHO-2019-nCoV-IPCPPE_use-2020.2-eng.pdf、(閲覧日:2023年2月8日)
- 3) 厚生労働省、医療機関における院内感染対策について https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_21747.html (閲覧日:2023年2月8日)
- 4) Lopez G., Kawahara Y., Suzuki Y., et.al. Effect of Direct Neck Cooling on Psychological and Physiological State in Summer Heat Environment, Mechanical Engineering Journal, 3(1):1-2, 2016
- 5) 千葉友樹、高橋幹雄、黒木友裕、他、局所冷却行為による暑熱ストレス低減効果の予測法に関する研究(その1) 頸部冷却時の生理反応の検討、空気調和・衛生工学会大会講演論文集 37-40, 2019
- 6) Nishihara N., Tanabe S., Hayama H., et.al, Thermal

- Comfort Conditions by Wearing Cooling Vest, J.Home Econ.Jpn. 52(12):1199-1207, 2001
- 7) 鈴木 峻、持田春人、玄海嗣生、効果的な身体冷却に関する検証（第1報）、消防技術安全所報 55 : 48-56, 2018
- 8) Ueda H., Inoue Y., Improved Procedure for Estimating Time-dependent Changes in Local Sweat Rates by Measuring Local Sweat Volumes, J Ergonomics 3:121. doi:10.4172/2165-7556.1000121, 2013
- 9) Roberts M.F., Wanger C.B., Stolwijk J.A.J et al., Skin Blood and Sweating Changes Following Exercise Training and Heat Acclimation, J.Appl.Physiol. 43:133-137, 1977
- 10) 永田久紀、衣服衛生学、pp25-26、南江堂、1987
- 11) 千葉友樹、高橋幹雄、黒木友裕、他、局所冷却行為による暑熱ストレス低減効果の予測手法に関する研究（その1）頸部冷却時の生理反応の検討、空気調和・衛生工学会大会、学術講演論文集 2019.6 (0) : 37-40, 2019
- 12) 李旭子、田村照子、ヒトの冷感受性の部位差 について、日本家政学会誌 46(11):1081-1090, 1995
- 13) 西原直枝、長谷部ヤエ、局所冷刺激に対する人体反応特性の部位差、日本生気象学会雑誌 39(4)107-120, 2003
-

受理 2023 年 3 月 21 日

公開 2023 年 3 月 31 日

<連絡先>

本村 香

〒538-0053 大阪府大阪市鶴見区鶴見 6-2-28

大阪信愛学院短期大学 看護学科

E-mail : kmotomura@osaka-shinai.ac.jp